

تأثیر گردش زراعی در کاهش جمعیت نماتد مولد

سیست چغندر قند در اصفهان^۱

The effect of crop rotation on the population reduction of sugar beet cyst nematode
(*Heterodera schachtii*) in Isfahan

علیرضا احمدی* و محمود دامادزاده

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

(تاریخ دریافت: تیر ۱۳۸۴، تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۸۴)

چکیده

یکی از مؤثرترین روش‌های کاربردی برای جلوگیری از خسارت نماتد مولد سیست چغندر قند (*Heterodera schachtii* Schmidt, 1871) استفاده از گردش زراعی مناسب می‌باشد. برای تعیین اثر تناوب در کنترل این نماتد آزمایشاتی در یک مزرعه آلوده به انگل در طی سال‌های ۷۶-۱۳۷۱ در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۵ تکرار در بخش جی و قهاب اصفهان انجام گرفت. گیاهان غیرمیزبان نماتد و متداول در منطقه شامل گندم، شبدر، طالبی، یونجه، ذرت دانه‌ای، پنبه و پیاز بودند. ارزیابی آزمایش بر اساس شمارش جمعیت تخم و لارو موجود در سیست‌های نماتد در گرم خاک مزرعه قبل از کاشت و پس از برداشت گیاهان، درصد کاهش جمعیت نماتد، عملکرد ریشه و قند چغندر قند در سال آخر آزمایش در مقایسه با تیمار شاهد (کشت متوالی چغندر قند) صورت گرفت. کلیه تیمارها دارای تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد بودند ($P \geq 0.01$). الگوهای کشت چغندر قند- پنبه- گندم-

۱- این مقاله بر اساس نتایج حاصل از طرح تحقیقاتی مصوب شماره ۰۰۱-۷۱-۱۳-۱۱-۱۰۰ سازمان تحقیقات و آموزش وزارت جهاد کشاورزی تهیه گردیده است.

* Corresponding author: Alir_Ahmadi@hotmail.com

پیاز- طالبی- چغندر قند و همچنین چغندر قند- طالبی- گندم- شبدر- ذرت دانه‌ای- چغندر قند موجب کاهش ۱۰۰ درصد در جمعیت تخم و لارو نماتد پس از ۵ سال در تیمارهای آزمایشی گردیدند. میانگین عملکرد ریشه این تیمارها به ترتیب ۲۰/۴۶ و ۲۰/۵۲ و عملکرد قند ۲/۸۹ و ۲/۷۳ تن در هکتار و عملکرد ریشه و قند تیمار شاهد (بدون تناوب) به ترتیب ۱۶/۹ و ۲/۱ تن قند در هکتار بود.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، تناوب زراعی، نماتد مولد سیست چغندر قند، *Heterodera schachtii*.

مقدمه

نماتد مولد سیست چغندر قند (*Heterodera schachtii* Schmidt, 1871) یکی از بیمارگرهای مهم چغندر قند در کشور و استان اصفهان می‌باشد. مروری بر نتایج حاصل از اجرای طرح تحقیقاتی بررسی نماتد مولد سیست چغندر قند و روش‌های مدیریت آن در ایران که با جمع‌آوری ۶۵۵ نمونه خاک و ریشه چغندر قند از مناطق مختلف استان اصفهان در طی سال‌های ۷۷-۷۱ صورت گرفته، نشان می‌دهد که ۲۶/۵۴ درصد از مزارع بررسی شده در مناطق مورد کشت چغندر قند شامل: برآن، برخوار و میمه، رویدشت، قهاب، کوهپایه، لنجان، شهرضا، مبارکه، مهیار، مورچه خورت، اردستان، نجف‌آباد، سمیرم و گلپایگان به این نماتد آلوده بوده و میانگین شدت آلودگی نیز ۶۴ عدد تخم و لارو در سیست‌های نماتد در گرم خاک بوده است (Akhiyani et al., 2001).

این نماتد دامنه میزبانی وسیعی دارد به طوری که تا کنون حداقل ۲۱۸ گونه از ۹۵ جنس متعلق به ۲۳ خانواده گیاهی شامل گونه‌های زراعی، زینتی و علف‌های هرز به عنوان میزبان‌های آن شناسایی و معرفی شده است (Steele, 1965). در حال حاضر، مؤثرترین و کم‌خطرترین روش برای جلوگیری از ازدیاد جمعیت نماتد و خسارت انگل رعایت تناوب زراعی می‌باشد. به طوری که با کاشت گیاهان غیرمیزبان در خاک آلوده جمعیت نماتد در خاک کاهش می‌یابد و بعد از مدت سه تا هفت سال مجدداً امکان کاشت چغندر قند فراهم می‌گردد (Steele, 1986).

تعیین نوع گیاهان جهت تناوب با توجه به عرف محل، موقعیت و غیرمیزبان بودن آن‌ها

تأثیر گردش زراعی در کاهش جمعیت نماتد مولد سیست چغندرقد در اصفهان

صورت می‌گیرد (Griffin, 1980). مدت زمان تناوب برای مدیریت نماتد چغندرقد بستگی به تراکم جمعیت اولیه نماتد در خاک دارد به طوری که با جمعیت‌های اولیه $33/8$ و $8/4$ تخم و لارو در گرم خاک به ترتیب به تناوب‌های پنج و دو ساله نیاز است (Griffin, 1988).

Fichtner *et al.* (1984) گزارش کردند که در مدت ۸۰ سال، جمعیت نماتد در یک مزرعه دارای تناوب چهار ساله چغندرقد با گیاهان غیرمیزبان، افزایش نیافته است در حالیکه در مزارع با تناوب‌های ۲-۳ ساله پس از ۶-۹ سال جمعیت نماتد از مرز پنج تخم و لارو در گرم خاک گذشته و عملکرد چغندرقد در سال دهم در مقایسه با مزرعه دارای تناوب چهار ساله کاهش یافته است. در ایتالیا اعمال تناوب زراعی سه ساله با گیاهان غیرمیزبان نماتد چغندرقد به همراه استفاده از گیاه تله تریچه روغنی رقم Pegletta موجب کاهش جمعیت نماتد به زیر سطح آستانه خسارت اقتصادی نماتد و افزایش عملکرد چغندرقد گردید (Tacconi *et al.*, 1991; Tacconi & Santi, 1990). در کالیفرنیا نیز مهم‌ترین روش برای کنترل نماتد چغندرقد رعایت تناوب زراعی بیش از چهار سال چغندرقد با گیاهان غیر میزبان نماتد می‌باشد (Whitehead, 1998). اثر تناوب زراعی در کاهش جمعیت نماتد چغندرقد در منطقه مرودشت فارس نشان داد که از بین گیاهان غیر میزبان نماتد بررسی شده، گیاهان پیاز، ذرت، سیر و گندم به ترتیب اهمیت، بهترین تأثیر را در کاهش جمعیت نماتد داشته‌اند (Sharafeh, 1995).

بررسی تناوب زراعی پنج ساله چغندرقد با گیاهان غیرمیزبان نماتد در ارومیه نشان داده است که گیاهان لوبیا، یونجه، پیاز، سیب‌زمینی، ذرت دانه‌ای، شبدر و کدو آجیلی تأثیر خوبی در کاهش جمعیت نماتد چغندرقد داشته‌اند (Parvizi *et al.*, 2001). بررسی الگوهای تناوب رایج چغندرقد با گیاهان دیگر که توسط زارعین در استان اصفهان اعمال می‌شود، نشان می‌دهد که ۱۶ درصد مزارع چغندرقد به صورت کشت متوالی چغندرقد، ۷۱ درصد تناوب دو ساله، ۹ درصد تناوب سه ساله و فقط حدود ۴ درصد آن‌ها دارای تناوب‌های چهار ساله یا بیشتر از آن بوده و کوتاه شدن دوره تناوب و عدم شناخت تناوب مناسب مهم‌ترین عامل افزایش شدت آلودگی به انگل بوده است (Akhiyani *et al.*, 1993). در این مقاله ضمن بررسی محصولات مختلف غیرمیزبان نماتد مولد سیست چغندرقد سعی شده است تناوب مناسب با شرایط آب و هوایی اصفهان جهت کاهش جمعیت نماتد و معرفی به کشاورزان مشخص گردد.

روش بررسی

در سال ۱۳۷۱ یک قطعه زمین آلوده به نماتد مولد سیست چغندر قند در روستای قلعه زنبیه بخش جی و قهاب اصفهان انتخاب گردید و پس از استخراج سیست‌های نماتد جهت اطمینان از گونه مورد بررسی برش انتهایی تعدادی از سیست‌ها تهیه گردید و طبق روش‌های استاندارد نسبت به اندازه‌گیری قسمت‌های مختلف سیست و لاروهای سن دوم درون سیست‌ها اقدام گردید.

الف- آماده‌سازی مزرعه آزمایشی: قطعه‌بندی زمین در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار در کرت‌هایی به ابعاد 5×10 متر با در نظر گرفتن فواصل بین آن‌ها صورت گرفت. سپس جهت بالا بردن جمعیت نماتد و مقایسه عملکرد چغندر قند در سال اول و آخر اجرای طرح در کلیه واحدهای آزمایشی چغندر قند رقم TR41 که قبلاً حساسیت آن به نماتد چغندر قند در شرایط گلخانه و مزرعه محرز شده بود، کشت گردید (Akhiyani *et al.*, 1993).

ب- نمونه برداری خاک: قبل از کاشت و بعد از برداشت هر یک از گیاهان مورد نظر از کلیه کرت‌های آزمایشی نمونه برداری خاک صورت گرفت. هر نمونه خاک جمع‌آوری شده از هر کرت از ۹ زیر نمونه تشکیل یافته که پس از کنار زدن ۳-۴ سانتی‌متر از خاک و بقایای گیاهی سطحی تا عمق سی سانتی‌متری سطح خاک برداشت شده و درون کیسه‌های پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از خشک کردن خاک‌ها در شرایط آزمایشگاه، سیست‌های موجود در ۲۰۰ گرم خاک خشک با استفاده از دستگاه فنویک و الک ۲۵۰ میکرون (۶۰ مش) استخراج گردیدند (Fenwick, 1940).

ج- تعیین شدت آلودگی: کلیه سیست‌های استخراج شده اعم از خالی و پر روی نوار کاغذی با استفاده از استرئومیکروسکپ شمارش شده و تعداد ۲۰ عدد سیست پر و نیمه‌پر را به طور تصادفی جدا نموده و پس از خرد کردن آن‌ها به وسیله سیست خردکن تعداد تخم و لارو سن دوم درون آن‌ها شمارش گردید. بر این اساس متوسط شدت آلودگی در سال شروع آزمایش در مزرعه ۵۶ عدد تخم و لارو سن دوم در گرم خاک تعیین گردید و جمعیت نماتدها در تیمارهای مختلف از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت.

تأثیر گردش زراعی در کاهش جمعیت نماتد مولد سیست چغندرقد در اصفهان

د- کاشت گیاهان موجود در تناوب: گیاهان موجود در تناوب با توجه به الگوی کشت آن‌ها در مناطق مختلف تولید چغندرقد استان اصفهان انتخاب و کشت گردیدند (Ahmadi & Damadzadeh, 2000). ارقام گیاهان کاشته شده شامل چغندرقد (رقم TR41) به عنوان گیاه میزبان، گندم (رقم قدس)، طالبی (رقم سمسوری)، یونجه (رقم رهنانی)، شبدر (رقم بومی)، ذرت دانه‌ای (رقم سینگل کراس ۷۰۴)، پنبه (رقم دلنا پایین ۶۱) و پیاز (رقم سفید اردستان) به عنوان گیاهان غیرمیزبان بودند. عدم میزبان بودن این گیاهان قبلاً در شرایط گلخانه و در حضور جمعیت خالص نماتد مولد سیست چغندرقد که از مزرعه آزمایشی تهیه گردیده بود، محرز شده بود (Ahmadi & Damadzadeh, 2000).

تیمارها شامل:

A- چغندرقد، گندم، شبدر، طالبی، گندم، چغندرقد

B- چغندرقد، یونجه به مدت ۴ سال، چغندرقد

C- چغندرقد، طالبی، گندم، شبدر، ذرت دانه‌ای، چغندرقد

D- چغندرقد، پنبه، گندم، پیاز، طالبی، چغندرقد

E- شاهد (چغندرقد به مدت ۶ سال)

بود. قبل و بعد از اجرای تناوب میزان عملکرد چغندرقد از هر کرت به تفکیک توزین گردید و ۵۰ ریشه چغندرقد مورد عیارسنجی قرار گرفت.

ارزیابی آزمایش بر اساس شمارش جمعیت تخم و لارو نماتد موجود در سیستم‌ها در گرم خاک مزرعه قبل از کاشت و پس از برداشت گیاهان، درصد کاهش جمعیت نماتد و عملکرد ریشه و قند چغندرقد در مقایسه با تیمار شاهد (کشت متوالی چغندرقد) صورت گرفت. برای محاسبه درصد کاهش و یا افزایش تیمارها از فرمول آبوت:

۱۰۰ [شاهد/تیمار - شاهد] (Hatami, 1991) استفاده گردید. تجزیه واریانس داده‌ها پس از

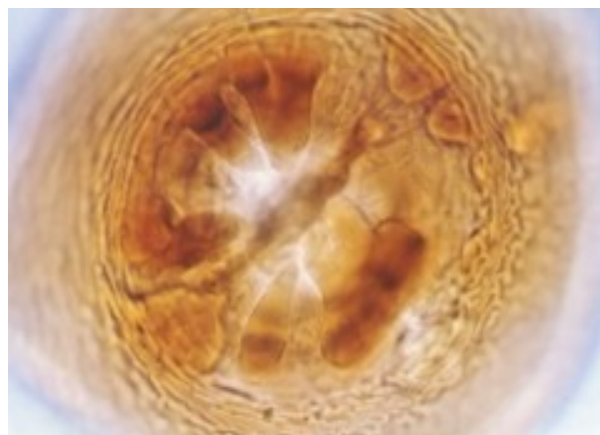
تبدیل به $\log_{10}(x+10)$ به صورت مرکب انجام گردید و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفت.

نتیجه و بحث

اندازه‌های مورفومتریک نمادهای استخراج شده از مزرعه آزمایشی به میکرون به شرح زیر می‌باشد:

سیست: طول (L) = ۷۷۶ - ۵۰۶، عرض (B) = ۴۰۸ - ۲۹۶، $L/B = ۲/۲۵ - ۱/۴$ ، طول فنیسترا (FL) = ۳۱ - ۲۸ و عرض فنیسترا (FW) = ۱۹ - ۱۶، طول شکاف تناسلی (VS) = ۴۰ - ۳۰/۴، لارو سن دوم: طول (L) = ۴۶۰ - ۴۰۵، $a = ۲۱/۱ - ۱۹/۸$ ، $b = ۳/۲ - ۳/۰۶$ ، طول دم (tail length) = ۵۱/۱ - ۴۸، $c = ۹/۳۳ - ۸/۰۳$ ، $c' = ۲/۵ - ۲/۲$ ، استایلت (spear) = ۲۷/۵ - ۲۵، قسمت شفاف دم (hyaline) = ۲۷/۸ - ۲۶.

با توجه به اندازه‌های فوق و ساختارهای آناتومیکی در cone top (شکل ۱) و با استفاده از کلید شناسایی گونه‌های جنس *Heterodera* (Mulvey & Golden, 1983; Golden, 1986) و همچنین شرح گونه توسط Franklin (1972) و تطبیق مشخصات این گونه با نمونه‌های مشهود (Mehdikhani et al., 1996)، وجود گونه *Heterodera schachtii* در مزرعه مورد آزمایش مشخص گردید.



شکل ۱- برش انتهایی سیست (cone top) استخراج شده از مزرعه آزمایشی
Fig. 1- Terminal section of *H. schachtii* cyst (cone top) extracted from experimental field

تأثیر گردش زراعی در کاهش جمعیت نماتد مولد سیست چغندر قند در اصفهان

میانگین‌های جمعیت اولیه (Pi) و جمعیت نهایی نماتد (Pf) کلیه تیمارها در طی سال‌های ۱۳۷۱-۷۶ در جدول یک ارائه گردیده است. جمعیت نهایی تیمارهای مربوط به سال دوم به بعد به عنوان جمعیت اولیه همان تیمار در سال‌های بعد منظور شده است. میانگین درصد کاهش جمعیت نماتد در تیمارها نیز در جدول ۲ درج گردیده است.

در الگوی تناوب زراعی (A) تیمارهای گندم، شبدر، طالبی، گندم و چغندر قند به ترتیب ۲۵، ۷۰، ۶۵/۵، ۷۳ و ۱۲/۵ درصد باعث کاهش جمعیت نماتد شدند و تراکم جمعیت نماتد از ۷۳/۶ به ۱/۴ عدد تخم و لارو در گرم خاک تنزل یافت.

در الگوی تناوب زراعی (B) تیمار یونجه به مدت ۴ سال به ترتیب ۳۴، ۴۲، ۶۰ و ۱۰۰ درصد باعث کاهش جمعیت نماتد شد و تراکم جمعیت نماتد از ۶۱/۸ عدد تخم و لارو در گرم خاک به صفر تنزل یافت.

در الگوی تناوب زراعی (C) تیمارهای طالبی، گندم، شبدر و ذرت دانه‌ای به ترتیب ۳۵، ۶۰، ۶۴ و ۱۰۰ درصد باعث کاهش جمعیت نماتد شدند و تراکم جمعیت نماتد از ۴۹/۸ به صفر تنزل یافته است.

در الگوی تناوب (D) تیمارهای پنبه، گندم، پیاز و طالبی به ترتیب ۳۵، ۷۵، ۵۱ و ۱۰۰ درصد باعث کاهش جمعیت نماتد شدند و تراکم جمعیت نماتد از ۴۵/۸ تخم و لارو در گرم خاک به صفر تنزل یافته است.

در الگوی تناوب (E) کشت متوالی چغندر قند به ترتیب ۲۶۷، ۸۵، ۱۸، ۹۷/۴ و ۳۳ درصد موجب افزایش، کاهش، افزایش، کاهش و افزایش جمعیت نماتد شده و تراکم جمعیت نماتد بین ۱ تا ۱۳۰ عدد تخم و لارو در گرم خاک متغیر بوده است (جدول ۱ و ۲).

میزان کاهش جمعیت تخم و لارو نماتد در طی ۶ سال به ترتیب مربوط به الگوهای تناوب A, B, C, D است (جدول ۳).

میانگین اثر تناوب‌های مختلف روی جمعیت تخم و لارو نماتد در طی سال‌های ۱۳۷۱-۷۶ نشان داد که جمعیت نماتد از ۵۶ به ۰/۴۴ تخم و لارو در گرم خاک تنزل یافته و در سال پنجم آزمایش کلیه الگوهای تناوب زراعی موفق به رساندن جمعیت نماتد به زیر ۲ تخم و لارو در گرم خاک شده‌اند (جدول ۱).

مقایسه میانگین عملکرد ریشه چغندر قند تیمارها در سال آخر آزمایش مؤید سه گروه می باشد و الگوهای C و D به ترتیب با ۲۰/۵۲ و ۲۰/۴۶ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد و تیمار شاهد (کشت متوالی چغندر قند) با ۱۶/۹ تن در هکتار دارای کمترین عملکرد ریشه بود (جدول ۳).

مقایسه میانگین عملکرد قند تیمارها در سال آخر آزمایش مؤید چهار گروه می باشد و تیمارهای A, B, C, D به ترتیب دارای ۲/۷۳، ۲/۸۹، ۲/۶۱ و ۲/۴۲ تن قند در هکتار بودند در حالیکه در تیمار شاهد میزان قند ۲/۱ تن در هکتار بود (جدول ۳).

همچنین عملکرد قند و ریشه چغندر قند در سال های اول و آخر تناوب مؤید دو گروه می باشد بطوریکه در سال اول عملکرد ریشه و قند به ترتیب ۶/۳ و ۰/۶۳ و در سال آخر به ترتیب ۳۲/۳ و ۴/۴۶ تن در هکتار بود (جدول ۴).

تأثیر گردش زراعی در کاهش جمعیت نماتد مولد سیست چغندر قند در اصفهان

محل قرارگیری جدول ۱ که Landscape است.

علیرضا احمدی و محمود دامادزاده

محل قرارگیری جدول ۲ که Landscape است.

تأثیر گردش زراعی در کاهش جمعیت نماتد مولد سیست چغندر قند در اصفهان

محل قرارگیری جدول ۳ که Landscape است.

جدول ۴- عملکرد قند و ریشه چغندر قند در سال‌های اول و آخر تناوب

Table 4- Mean of sugar beet root and sugar yield in first and last years of rotation in different treatments

سال Year	عملکرد ریشه Root yield		عملکرد قند Sugar yield	
	(تن / هکتار) (t. /ha)	%افزایش %increase	(تن / هکتار) (t. /ha)	%افزایش %increase
۱۳۷۱ 1992	6.3 b*		0.63 b	
۱۳۷۶ 1997	32.3 a	412	4.46 a	608

* حروف مشابه در مقابل میانگین‌ها در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ بین آن‌ها است.

* Means with the same letters in each column are not significantly different at 1% level of probability.

همانطوریکه جمعیت نماتد مولد سیست چغندر قند در خاک و در غیاب گیاهان میزبان هر ساله بطور متوسط ۵۰ درصد کاهش می‌یابد، کاشت گیاهان غیر میزبان نماتد به مدت چند سال در تناوب، توانایی کاهش میزان آلودگی به زیر سطح آستانه خسارت نماتد را دارد (Whitehead, 1998). آستانه خسارت نماتد چغندر قند از ۱۴۳ تخم و لارو در کالیفرنیا (Cooke & Thomason, 1979) تا ۸۰۰-۳۰۰ تخم و لارو در یکصد گرم خاک در هلند متغیر است (Heijbroek, 1973). میانگین میزان آلودگی مزارع چغندر قند استان اصفهان به نماتد چغندر قند ۶۴ عدد تخم و لارو در گرم خاک می‌باشد که با توجه به آستانه خسارت نماتد جمعیت بسیار بالایی می‌باشد (Akhiyani *et al.*, 2001).

نتایج مقایسه میانگین‌های جمعیت نماتد در تناوب‌های مختلف نشان داد که الگوهای

تأثیر گردش زراعی در کاهش جمعیت نماتد مولد سیست چغندر قند در اصفهان

تناوب شش ساله «چغندر قند، پنبه، گندم، پیاز، طالبی و چغندر قند» (D) و «چغندر قند، طالبی، گندم، شبدر، ذرت دانه‌ای و چغندر قند» (C) بیشترین تأثیر را در کاهش جمعیت نماتد داشته‌اند (جدول ۲ و ۳). همچنین در سال‌های ۱۳۷۵-۷۶ (سال‌های پنجم و ششم تناوب) جمعیت نماتد به میزان ۰/۴ تخم و لارو در گرم خاک رسیده است که نشان دهنده مؤثر بودن زمان تناوب و نوع محصولات بوده در صورتیکه در سال‌های ۱۳۷۱ و ۱۳۷۲ جمعیت نماتد به ترتیب به میزان ۵۷/۵۵ و ۳۹/۴ تخم و لارو در گرم خاک و در سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۷۴ جمعیت آن به ترتیب ۱۲/۴ و ۵/۸۵ عدد تخم و لارو در گرم خاک بوده است که همگی آن‌ها موجب خسارت اقتصادی به چغندر قند می‌شوند و نشان می‌دهد که دوره تناوب باید حداقل چهار سال باشد (جدول ۱) (Webster, 1972; Whitehead, 1998). این نتایج با نتایج Parvizi et al. (2001) مطابقت دارد هر چند در تحقیق اخیر به دلیل زمان تناوب طولانی‌تر، جمعیت نماتد کاهش بیشتری داشته است. در انگلستان نیز رعایت الگوی کشت شش ساله کلزا، گندم زمستانه، چغندر قند، جو بهاره، چغندر قند، جو بهاره، کلزا و گندم زمستانه موجب کاهش جمعیت نماتد چغندر قند از یکصد به یک تخم و لارو در گرم خاک گردید (Evans & Russell, 1993).

به کارگیری تناوب زراعی علاوه بر کاهش جمعیت نماتد چغندر قند موجب افزایش عملکرد ریشه و قند چغندر قند در سال آخر تناوب شد، بطوریکه نتایج عملکرد ریشه و قند نشان می‌دهد عملکرد ریشه به میزان ۴۱۲ درصد و عملکرد قند به میزان ۶۰۸ درصد نسبت به سال اول اجرای تناوب افزایش داشته است (جدول ۴).

عملکرد ریشه الگوهای تناوب A, B, C, D و A به ترتیب به میزان ۱۳/۶، ۱۵/۴، ۲۱/۴ و ۲۱/۱ درصد نسبت به الگوی شاهد افزایش نشان داد و عملکرد قند الگوهای تناوب B, C, D و A به ترتیب به میزان ۱۵/۲، ۲۴/۳، ۳۷/۶ و ۳۰ درصد نسبت به الگوی شاهد افزایش نشان داد (جدول ۳).

در شمال ایتالیا نیز اعمال تناوب زراعی شش ساله چغندر قند با ذرت، گندم، یونجه و چاودار برای مدیریت نماتد چغندر قند موجب افزایش عملکرد قند تا ۱۲۰ درصد گردیده است (Tacconi & Olimpieri, 1985).

با کشت متوالی چغندر قند در مزرعه آزمایشی علیرغم انتظار از افزایش جمعیت نماتد که در سال‌های اول و سوم وجود داشته در سال‌های دیگر با کاهش جمعیت نماتد مواجه شدیم که پس از بررسی دقیق‌تر وجود قارچ انگل نماتدهای ماده چغندر قند (*Catenaria auxiliaries*) به اثبات رسید. این گونه که قبلاً از روی نماتدهای ماده چغندر قند در این منطقه گزارش گردیده موجب کاهش ۱۷ درصدی در جمعیت نماتد شده (Ahmadi et al., 1995) و وجود آن در بالا و پایین رفتن جمعیت نماتد بی‌تأثیر نبوده است. علاوه بر این کاهش جمعیت نماتد در تیمار شاهد موجب کاهش رشد بوته‌ها در اول فصل و حتی مرگ تعدادی از بوته‌ها گردید که نتیجتاً باعث کاهش جمعیت نماتدها نیز گردیده است (Webster, 1972). در آزمایش Parvizi et al. (2001) نیز جمعیت نماتد در سال‌های اول و دوم افزایش و در سال‌های بعد کاهش داشته است. الگوهای تناوب پنج ساله «پنبه، گندم، پیاز، طالبی، چغندر قند» و «طالبی، گندم، شبدر، ذرت دانه‌ای و چغندر قند» بهترین تأثیر را از نظر کاهش جمعیت نماتد و افزایش عملکرد ریشه و قند چغندر قند در مقایسه با تیمارهای دیگر داشته‌اند ضمن اینکه الگوهای دیگر مانند چغندر قند، یونجه در مدت چهار سال و الگوی تناوب شش ساله «چغندر قند، گندم، شبدر، طالبی، گندم و چغندر قند» را نیز می‌توان به عنوان الگوهای جانشین در استان اصفهان توصیه نمود. نکته‌ای که باید کاملاً به آن توجه شود این است که در طول زمان تناوب کلیه علف‌های هرز میزبان نماتد از قبیل خرفه، سلمه‌تره، خاکشیر، هفت‌بند، خاکشی تلخ، ترشک و اسفناج وحشی (Ahmadi & Damadzadeh, 2000) باید از بین بروند و در غیر این صورت استفاده از تناوب زراعی به منظور مبارزه با نماتد نتیجه مطلوب را در بر نخواهد داشت.

سپاسگزاری

قسمتی از اجرای این تحقیق در زمان حیات زنده یاد مهندس احمد اخیانی انجام شد که نگارندگان لازم می‌دانند از زحمات این شادروان تشکر نمایند، روحش شاد باد. همچنین از همکاران طرح، آقایان حسین حاتمی و حسن الماسی تشکر و قدردانی می‌نمایند. از خانم کبرا گلکار برای تایپ مقاله تشکر می‌گردد.

تأثیر گردش زراعی در کاهش جمعیت نماتد مولد سیست چغندر قند در اصفهان

نشانی نگارندگان: علیرضا احمدی و محمود دامادزاده، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، صندوق پستی ۱۹۹-۸۱۷۸۵، ایران.

علیرضا احمدی و محمود دامادزاده